

Lasten röntgentutkimusohjeisto



Sisältö

1. Johdanto	3
2. Potilaan säteilysuojelu lasten röntgentutkimuksissa	4
2.1 Lasten tutkimusten erityispiirteet	4
2.2 Potilaan säteilysuojelu	4
2.3 Suojauksen käytäntöjä	4
2.4 Ohjeet potilaan kiinni pitämisestä	5
Natiiviröntgentutkimukset	6
3.1 Yleistä	6
3.2 Keuhkokuvaus	6
3.3 Vatsan kuvaus	7
3.4 Lonkan kuvaus	8
3.5 Nenän sivuonteloiden kuvaus	8
3.6 Kallon kuvaus	9
3.7 Raajojen kuvaus	9
3.8 Pahoinpitelyepäily	10
3.9 Selkärangan kuvaus	10
4. Läpivalaisututkimukset	11
4.1 Yleistä	11
4.2 Virtsarakon toiminnan läpivalaisututkimus (miktioskystografia)	11
4.3 Virtsateiden varjoainetutkimus (urografia)	11
4.4 Ohutsuolen pasaasitutkimus	11
4.5 Peräsuolen varjoainetutkimus (anografia)	12
4.6 Vastasyntyneen lapsen paksusuolen varjoainetutkimus	12
4.7 Suolentuppeuman (invaginaation) radiologinen repositio	12
4.7.1 Yleistä toimenpiteestä	12
4.7.2 Ilman käyttö	12
4.7.3 Varjoaineen käyttö	13
5. Tietokonetomografia (TT)	14
5.1 Aivojen kuvaus	14
5.2 Aivojen kuvaus aivokammioiden koon arvioimiseksi	15
5.3 Vartalon alueen tutkimukset	15
5.3.1 Rintakehän kuvaus	15
5.3.2 Keuhkojen ohutleikekuvaus	16
5.3.3 Vatsan kuvaus	16
5.3.4 Monivammapotilaan kuvaus	16
5.3.5 Alaraajojen pituusmittakuvaus	16
5.4 Varjoaineista	17
Kirjallisuutta	18
Yhteystiedot	19

1. Johdanto

Suomessa tehdään vuosittain noin 4,2 miljoonaa röntgentutkimusta, joista alle 10 % kohdistuu lapsiin. Kaikista röntgentutkimuksista aiheutuva säteilyaltistus vastaa noin 15 % väestön kokonaissäteilyaltistuksesta. Röntgentutkimukset ovat sisäilman radonin jälkeen suurin elinympäristön säteilyaltistuksen lähde Suomessa. Koska pienikin säteilyannos lisää säteilyn satunnaisten haittavaikutusten riskiä, on tutkittavan henkilön säteilyaltistus rajoitettava siihen määrään, jota pidetään välttämättömänä tutkimuksen suorittamisen kannalta ALARA (as low as reasonably achievable) -periaatteen mukaisesti. Erityisesti nopeasti kehittyvät kuvaustekniikat, kuten tietokonetomografia (TT) ja digitaalinen kuvantaminen, saattavat lisätä säteilyannosta huomattavasti kuvanlaadun parantamisen myötä. Lapsuudessa saatu säteilyaltistus aiheuttaa suuremman lisäriskin kuin vastaava altistus aikuisiässä. Lasten röntgentutkimuksissa säteilysuojelun optimointiperiaatteen soveltamisella on täten erityisen suuri merkitys.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä velvoittaa seuraamaan potilaiden saamia säteilyannoksia ja radiologisten tutkimusten laatua. Säädökset painottavat lapsipotilaiden erityisasemaa röntgentutkimuksissa säteilysuojelun kannalta. Säteilyturvakeskus antaa vertailutasot myös lasten röntgentutkimuksille.

Euroopan komissio julkaisi vuonna 1996 laatukriteerit lasten röntgentutkimuksia varten. Tämä STUK tiedottaa -opas täydentää ja ajanmukaistaa EU:n julkaisemia laatukriteerejä. Opas on laadittu yhteistyössä lastenradiologien kanssa ja se on tarkoitettu käytännön avuksi kuvauskäytäntöjä valittaessa. Mukana on esimerkkejä kuvausarvoista tyypillisimmissä lasten röntgentutkimuksissa. Lisäksi oppaassa on esitetty lapsipotilaiden säteilysuojeluun liittyviä oleellisia asioita. On huomattava, että kuvausarvot ovat aina laitekohtaisia eikä oppaassa esiteltyjä arvoja suositella käytettäväksi suoraan ilman tapauskohtaista harkintaa.

2. Potilaan säteilysuojelu lasten röntgentutkimuksissa

2.1 Lasten tutkimusten erityispiirteet

Lapset ovat selvästi herkempiä säteilylle kuin aikuiset. Herkkyyden katsotaan olevan sitä suurempi, mitä nuorempi lapsi on. Lapsipotilaat ovat pienikokoisempia, sisäelimet ovat lähempänä ihoa ja oman kehon antama suoja on vähäisempi kuin aikuisilla. Toisaalta pieni koko voi olla myös etu, koska kuvantamiseen tarvitaan vähemmän säteilyä.

Onnistuneen kuvantamisen edellytyksiä ovat ammattitaitoinen toiminta, työvaiheiden suunnittelu, lapsen sekä vanhempien tai muiden tutkimuksessa avustavien henkilöiden opastus ja rauhallinen ilmapiiri. Lisäksi lapsipotilaan paikallaan pysyminen tutkimuksen aikana voi vaatia kiinni pitämistä.

Lapsen röntgentutkimus on aina suunniteltava yksilöllisesti. Rutiinimaisia, ilman tilannekohtaista harkintaa suoritettavia tutkimuskäytäntöjä on vältettävä. Ainoastaan kliinisen kysymyksenasettelun kannalta välttämättömät projektiot (kuvaussuunnat) ja leikesarjat kuvataan.

2.2 Potilaan säteilysuojelu

Potilaan säteilysuojelulla tarkoitetaan kaikkia niitä toimia, joilla voidaan vähentää potilaan tarpeetonta säteilyaltistusta. Siihen voidaan katsoa sisältyvän myös tutkimuksen optimointi säteilyaltistuksen vähentämiseksi tutkimusmenetelmän valinnalla ja tutkimuksen huolellisella suunnittelulla.

Pääsääntöisesti uudet tekniikat, kuten magneettikuvaus ja ultraäänitutkimukset, tuovat etuja lasten kuvantamiseen. Ne edellyttävät tutkimuksiin sopivien laitteiden saatavuutta ja käytön hallintaa, erityisesti lasten tutkimuksissa.

Periaatteessa potilaan suojaamiseen säteilyltä on kaksi tapaa:

1. Vähennetään potilaan altistumista primaarisäteilylle kuva-alueen rajauksella ja kuvausarvojen valinnalla.
2. Vähennetään potilaan altistumista sironneelle säteilylle. Sironnan väheneminen merkitsee myös kuvanlaadun paranemista.

Suojausmateriaaleista käytetään lyijyä. Karkeasti voidaan arvioida, että 0,25 mm lyijyä vaimentaa primaarisäteilyä noin kolmasosaan ja 1 mm lyijyä lähes sadasosaan.

Sironneelta säteilyltä suojaaminen on erittäin hankalaa. Sironnaan vaikuttavat käytetty kuvausjännite, suodatus, kohteen paksuus, kenttäkoko ja röntgensäteilyn kohtaama väliaine. Kuvausjännitteen kasvattaminen lisää sirontaa, mutta pääsääntöisesti vähentää potilaan säteilyaltistusta. Kompressio vähentää olennaisesti kohteen paksuutta (esimerkiksi lapsen maatessa vatsallaan). Kohdealueen tarkka rajaaminen suojaa primaarisäteilyltä ja vähentää sirontaa.

Kuvaussuunta (esimerkiksi AP-projektio) vaikuttaa myös säteilyaltistukseen esimerkiksi keuhkojen, vatsan alueen ja selän tutkimuksissa. Valitsemalla kuvaussuunta oikein voidaan säteilyherkän elimen annosta pienentää huomattavasti. Esimerkiksi rintarauhasen annosta voidaan vähentää jopa 80 % kuvaamalla PA-suunnasta.

2.3 Suojauskäytäntöjä

Lyijysuojia suositellaan käytettäväksi aivan säteilykeilan reunassa. Yli neljän senttimetrin etäisyydellä reunasta niillä ei ole enää suojaavaa vaikutusta.

Kuvausalueen suojauksella tarkoitetaan potilassuojaimia, jotka sijaitsevat säteilykeilassa ja joiden

pääasiallinen tarkoitus on suojata niitä kehon säteilyherkkiä elimiä, jotka sijaitsevat lähellä ihon pintaa ja joita oma keho ei suojaa. Tyypillisesti suojaamia käytetään tietokonetomografian yhteydessä pinnalla olevien kohteiden suojaamiseen. Esimerkiksi vismuttisuojaamia käytetään silmän linssin, kilpirauhasen ja rintarauhasen suojaamiseen. Vismutti on lyijyä helpommin muovailtavissa, se on kevyempää kuin lyijy ja aiheuttaa kuvaan vähemmän kuvavääristymiä. Vismuttisuojailla voidaan lähellä pintaa sijaitsevien elinten annosta vähentää 30 - 70 %.

Kilpirauhanen sijaitsee välittömästi ihon alla ja altistuu säteilylle erityisesti TT-tutkimuksissa sekä vartalon, kaulan ja pään alueen röntgentutkimuksissa. Lyijytettyjen suojien (tai vastaavien) käyttäminen kilpirauhasta ympäröivien kohteiden tutkimuksissa voi pienentää kilpirauhasen annosta noin 30 %. Myös säteilykeilassa käytettävistä vismuttisuojaista on hyötyä TT-tutkimuksissa.

Munasarjat sijaitsevat lähes keskellä lantion poikkileikkausta. Munasarjat altistuvat erityisesti sisäiselle sironnalle, minkä välttäminen on hankalaa esimerkiksi TT-tutkimuksissa. Munasarjojen suojaamisessa primaarikentän raja-alue on ongelmallista lantion alueen röntgentutkimuksissa. Vatsan päälle asetettujen suojien ovat usein väärässä paikassa ja voivat johtaa uusintakuvauksiin. Kaihtimiin asetettu liikkuva, valokentän avulla säädettävä tiimalasimainen suoja soveltuu munasarjojen suojaamiseen yleensä hyvin, vaikka potilas liikkuisikin ennen kuvausta.

Kivekset voidaan suojata tehokkaasti kuppimaisella suojalla kaikissa tutkimuksissa. Näin voidaan annosta vähentää jopa 95 %.

Rintarauhasen herkkyys säteilyn haittavaikutuksille vaihtelee iän mukana. Herkimmillään rintarauhasen on voimakkaimman kasvun ja kehityksen aikana eli noin kahdeksanvuotiaasta alkaen. Rintarauhasen suojausmenetelminä toimivat säteilysuunnan valinta, kuvausalueen vismuttisuoja (rintakehän TT-tutkimuksissa) ja lyijyesiliinat ympäröivien alueiden (pään, kaulan ja vatsan alueen) tutkimuksissa.

Silmän linssi on erilainen suojauskohde. Vaurio ei synny satunnaisesti vaan suhteessa elinajan kumulatiivisen annokseen. Linssitiivistyksiä on todettu jo 0,5 - 2,0 Gy:n annoksilla. Oireisen harmaakaihin muodostumiseen katsotaan tarvittavan 2 - 5 Gy:n annos. Lapset ovat ilmeisesti linssivaurionkin syntymisen kannalta herkempiä kuin aikuiset. Kumulatiivinen annos voi kasvaa merkittäväksi esimerkiksi toistuvissa pään alueen TT-tutkimuksissa. Linssiannosta voidaan vähentää leikesuunnan valinnalla ja säteilysuojainten käytöllä.

2.4 Ohjeet potilaan kiinni pitämisestä

Lasten röntgentutkimuksissa tarvitaan usein potilaan kiinnipitäjää. Kiinnipitäjän on oltava 18 vuotta täyttänyt. Raskaana oleva nainen ei saa toimia kiinnipitäjänä. Tehtävään olisi ensisijaisesti käytettävä vapaaehtoista henkilöä, esimerkiksi lapsen vanhempia, eikä röntgentutkimusyksikön henkilökuntaa. Jos tämä ei ole mahdollista, kiinnipitäjänä voi toimia henkilökohtaiseen annostarkkailuun kuuluva säteilyöntekijä. Samaa työntekijää ei pidä kuitenkaan jatkuvasti käyttää kiinnipitäjänä, vaan tehtävää on kierrätettävä usean työntekijän kesken.

Kiinnipitäjä on opastettava tehtävänsä ja huolehdittava siitä, että hänet on asianmukaisesti suojattu. Hänelle on myös kerrottava tehtävään liittyvästä säteilyaltistuksesta ja sen merkityksestä. Kiinnipitäjän tehtävä on järjestettävä siten, että hänen altistumisensa säteilylle jää niin vähäiseksi kuin käytännössä on kohtuudella mahdollista.

3. Natiiviröntgentutkimukset

3.1 Yleistä

Ennen kuvaustilannetta on tärkeää kiinnittää huomiota sekä lapsen että kiinnipitäjien hyvään opastukseen kuvaustapahtumasta. Röntgenlaitteiden fokuskoko pyritään valitsemaan niin, että kuvausaika on mahdollisimman lyhyt. Lisäksi on kiinnitettävä huomiota kuvantaltiointijärjestelmän riittävään nopeuteen lasten kuvauksissa. Jäljempänä olevissa taulukoissa on mainittu esimerkkejä kuvausarvoista.

3.2 Keuhkokuvaus

Yleistä

Keuhkot kuvataan mahdollisuuksien mukaan ilman hilaa ainakin alle kahdeksanvuotiailta (esimerkiksi alle 35 kg painavilta potilailta). Potilaan rakenne ratkaisee. EU:n suosituksen mukaan lapsista kuvataan tavallisesti vain AP-kuva. Säteilykeila rajataan niin, että äänihuulitaso ja pallea näkyvät ja keilan reuna on enintään 2 cm keuhkojen ulkopuolella.

Valotusautomaattia voidaan pääsääntöisesti käyttää vasta silloin, kun lapsen rintakehä peittää kaikki valotusautomaatin mittakammiot. Valotusautomaattia voidaan käyttää myös muulloin, kunhan varmistetaan, että mittakammio tai -kammiot sijaitsevat keuhkojen kohdalla.

Vauvat

- Kuvataan ilman hilaa.
- Kuvausetäisyys: 150 - 200 cm.
- Jännite: 105 - 117 kV lapsen painon mukaan.
- Valotusautomaattia ei yleensä voida käyttää.
- Lisäsuodatusta (mielellään kuparia) käytetään, jos se on valittavissa.

1-10 -vuotiaat

- Kuvataan PA-suunnassa, jos lapsen yhteistyökyky sen sallii.
- Kuvataan sivukuva oikealta efektiivisen annoksen minimoimiseksi.
- Kuvataan pääsääntöisesti ilman hilaa.
- Kuvausetäisyys: 200 cm.
- Jännite: 115 - 125 kV lapsen koon mukaan.
- Lisäsuodatusta (mielellään kuparia) käytetään, jos se on valittavissa.

Yli 10-vuotiaat

- Kuvataan PA-suunnassa.
- Kuvausetäisyys: 200 cm.
- Jännite: 125 kV.
- Valotusautomaattia käytetään.
- Lisäsuodatusta (mielellään kuparia) käytetään, jos se on valittavissa.

Taulukko 3.1. Esimerkkiarvoja keuhkokuvauksiin käytettäessä lisäsuodatuksena kuparia.

Ikä	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs), AP-projektio	Sähkömäärä (mAs), LAT-projektio
1 vuosi	110 - 115	0,5 - 1,5	1 - 2
5 vuotta	115 - 125	0,5 - 2	1 - 3
10 vuotta (hilan kanssa)	120 - 125	automaatilla	automaatilla

Keuhkokuvaus maaten

Maaten kuvattavat potilaat kuvataan yleensä liikuteltavilla röntgenlaitteilla muulla osastolla kuin röntgenosastolla. Alle kahdeksanvuotiaat voidaan kuvata ilman hilaa. Kuvausetäisyys on 110 cm tai enemmän.

Taulukko 3.2. Esimerkkiarvoja keuhkojen osastokuvauksiin.

Ikä	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
Vastasyntynyt	60 - 80	0,5 - 1
5 vuotta	70 - 80	1 - 2
10 vuotta (hilan kanssa)	90	1 - 2

Taulukko 3.3. Esimerkkiarvoja keskosten keuhkokuvauksiin.

Paino	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
Alle 2 kg	60 - 70	0,5 - 0,7
2-3 kg	70 - 80	0,5 - 0,7
3-4 kg	70 - 80	0,6 - 0,8

Epäily vierasesineestä hengitysteissä

Kuvataan AP-projektiot potilaan maatessa oikealla ja vasemmalla kyljellä.

3.3 Vatsan kuvaus

Kuvausarvot ja hilan käyttö valitaan lapsen painon mukaan. Alle 30 kg painavat potilaat kuvataan mahdollisuuksien mukaan ilman hilaa. Potilaan rakenne kuitenkin ratkaisee. Säteiläykeila rajataan niin, että palleakaari ja peräsuoli näkyvät ja keilan reuna on enintään 2 cm potilaan kyljestä.

Alle 10-vuotiaat

- AP-kuva maaten ja AP- tai PA-kuva seisten tai vasemmalla kyljellä maaten.
- Kuvausetäisyys: 200 cm seisten, 110 - 125 cm maaten.
- Lisäsuodatusta (mielellään kuparia) käytetään, jos se on valittavissa.
- Kuvausarvot valitaan lapsen koon mukaan.

Yli 10-vuotiaat

- AP-kuva maaten ja AP tai PA-kuva seisten tai vasemmalla kyljellä maaten.
- Kuvausetäisyys: 200 cm seisten, 110 - 125 cm maaten.
- Lisäsuodatusta (mielellään kuparia) käytetään, jos se on valittavissa.

Taulukko 3.4. Esimerkkiarvoja vatsan röntgentutkimuksiin ilman kuparilisäsuodatusta (seisten).

Ikä	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
1 vuosi	60	2 - 4
5 vuotta	65	4 - 5
10 vuotta (hilan kanssa)	70 - 80	automaatilla

Taulukko 3.5. Esimerkkiarvoja vatsan röntgentutkimuksiin ilman kuparilisäsuodatusta (maaten).

Ikä	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
1 vuosi	55	2 - 3
5 vuotta	60	4 - 5
10 vuotta (hilan kanssa)	70 - 80	automaatilla

Epäily vierasesineestä maha-suolikanavan alueella

- Kuvataan natiivimaha maaten AP-suunnassa.
- Tarvittaessa kuvataan keuhkot AP- tai PA-suunnassa nenänielusta alaspäin, jos esine ei näy maha-kuvassa.

3.4 Lonkan kuvaus

Ultraääni on aina ensisijainen tutkimusmenetelmä.

- Kipeä lonkka: lonkat AP-suunnassa (samalle kasetille) sekä Lauensteinin projektiot.
- Luksaatioepäily: lonkkien AP-kuva neutraaliasennossa.
- Alle 2-vuotiaat kuvataan ilman hilaa.
- Kuvausetäisyys: 110 - 125 cm.
- Jännite: 60 - 80 kV.
- Lisäsuodatusta (mielellään kuparia) käytetään, jos se on valittavissa.

3.5 Nenän sivuonteloiden kuvaus

”Käypä hoito” -suosituksen mukaan alle seitsenvuotiailta nenän sivuonteloita on syytä kuvata vain poikkeustapauksissa, koska vääriä positiivisia löydöksiä on paljon. Tavallisesti kuvataan vain kuutamoprojektio.

- PA-kuutamokuva
- Pienille lapsille käytetään kallistusta selvästi vähemmän kuin aikuisille (10 - 15 astetta).
- Kuvausetäisyys: 110 - 150 cm.

- Lisäsuodatusta (mielellään kuparia) käytetään, jos se on valittavissa.
- Käytetään kilpirauhassuojaa.

Taulukko 3.6. Esimerkkiarvoja nenän sivuonteloiden kuutamokuvaan ilman kuparilisäsuodatusta.

Ikä	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
7 vuotta	70	5
10 vuotta (hilan kanssa)	80	10

3.6 Kallon kuvaus

Kallokuvia otetaan vain kasvuhäiriö- ja pahoinpitelyepäilyissä. Kallokuvaukset kuuluvat erikoissairaanhoidon piiriin, ja ne tehdään aina radiologin ohjauksessa.

3.7 Raajojen kuvaus

Tavallisesti ei kuvata viistokuvia eikä terveen puolen vertailukuvia. Kuvien tulkintaa voivat helpottaa esimerkkikuvastot (esimerkiksi www.tnt-radiology.de/pedbone/). Jos vamman taustalla epäillään pahoinpitelyä, lapsi kuuluu sairaalahoitoon.

Taulukko 3.7. Esimerkkiarvoja ranteen röntgenkuvaukseen.

Ikä	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
1 vuosi	50	1 - 2
5 vuotta	52	1,5 - 2
10 vuotta	56	1,5 - 3

Taulukko 3.8. Esimerkkiarvoja polven röntgenkuvaukseen.

Ikä	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
1 vuosi	50	2 - 3
5 vuotta	60	2 - 3
10 vuotta	60	3 - 4

Taulukko 3.9. Esimerkkiarvoja nilkan röntgenkuvaukseen.

Ikä	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
1 vuosi	50	1,5 - 2
5 vuotta	55	1,5 - 3
10 vuotta	60	1,5 - 3

3.8 Pahoinpitelyepäily

Pahoinpitelyepäilyn yhteydessä lapsi kuuluu aina erikoissairaalahoitoon. Kuvaukset tehdään radiologin valvonnassa. Alle yksivuotiaalta kuvataan:

- keuhkojen AP-kuva,
- kallon AP- ja sivukuva,
- pitkät luut kuvataan jokainen erikseen (yksi projektiio, tarvittaessa kohdekuvia nivelistä),
- käsien ja jalkaterien AP-kuva tai loiva viistokuva,
- lantion AP-kuva,
- selkärangan sivukuva.

Jos kaulan tai pään alueella todetaan vamman merkkejä, tehdään pään magneetti- tai TT-kuvaus.

3.9 Selkärangan kuvaus

Selkäranka (AP- ja sivuprojektiio) kuvataan vain erityisen tarkoin lääketieteellisin perustein. Sivukuva on suositeltavaa ottaa seisten mahdollisen nikamaliukuman arvioimiseksi luotettavasti.

- Vauvat kuvataan ilman hilaa.
- Kuvausetäisyys: 110 - 150 cm.
- Lisäsuodatusta (mielellään kuparia) käytetään, jos se on valittavissa.

Taulukko 3.10. Esimerkkiarvoja kaularangan röntgenkuvaukseen.

Ikä	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
1 vuosi	55 - 60	etukuva 3, sivukuva 4
5 vuotta	60 - 70	automaatilla (tai etu 4, sivu 4 - 5)
10 vuotta (hilan kanssa)	60 - 70	automaatilla (tai etu 10, sivu 20)

Taulukko 3.11. Esimerkkiarvoja rintarangan röntgenkuvaukseen.

Ikä	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
1 vuosi	60	automaatilla (tai etu 3, sivu 4)
5 vuotta	60 - 70	automaatilla (tai etu 4, sivu 5)
10 vuotta (hilan kanssa)	70 - 80	automaatilla

Taulukko 3.12. Esimerkkiarvoja lannerangan röntgenkuvaukseen.

Ikä	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
1 vuosi	60 - 65	automaatilla (tai etu 3, sivu 4)
5 vuotta	65 - 70	automaatilla (tai etu 4, sivu 5)
10 vuotta (hilan kanssa)	75 - 85	automaatilla

4. Läpivalaisututkimukset

4.1 Yleistä

Lasten läpivalaisututkimuksia on syytä tehdä vain erikoissairaanhoidossa erikoislääkärin arvion perusteella.

Läpivalaisussa käytetään alinta mahdollista annosautomaatiikan tasoa ja pulssitaajuutta ja tallennetaan läpivalaisukuvat muistiin. Läpivalaisuaikaan on syytä kiinnittää erityistä huomiota. Jos lisäsuodatus on valittavissa, sitä käytetään (mielellään kuparia). Erillisiä kuvia otetaan yleensä vain, jos kuvanlaatu ei muuten riitä diagnostiikkaan. Hilan käyttö lasten läpivalaisututkimuksissa on useimmiten tarpeetonta.

4.2 Virtsarakon toiminnan läpivalaisututkimus (miktioykystografia)

Tutkimuksen tarkoituksena on tavallisimmin rakosta virtsanjohtimiin suuntautuvan takaisinvirtauksen poissulkeminen ja virtsanjohtimien sekä pojilla virtsaputken rakenteen selvittely. Jos kysymyksessä on anusatriapiotilas, haetaan takaisinvirtauksen lisäksi rakko-suolifisteliä. Pelkän takaisinvirtauksen tutkimiseksi ensisijainen menetelmä on isotooppitutkimus.

Jos etsitään fisteliä tai virtsaputken läppää (urethraläppää), erilliset röntgenkuvat ovat tarpeen.

Rakon täyttö aloitetaan selinmakuaasennossa. Täyttymistä seurataan lyhyin läpivalaisuvilkaisuin, jotka tallennetaan. Vauva virtsaa spontaanisti rakon täytyttyä riittävästi. Isompi lapsi voidaan pissattaa potalla tavallisessa istuma-asennossa.

- Takaisinvirtauksen toteaminen tytöillä: vain AP-projektio.

- Takaisinvirtauksen toteaminen pojilla: miktiovaiheen kuvaus viistossa kylkiasennossa (vähentää potilaan saamaa säteilyannosta suoraan sivukuvaan verrattuna); miktiovaiheen kuvat otetaan mielellään ilman katetria urethraläpän poissulkemiseksi.

- Rakko-suolifistelin toteaminen: kylkiasento.

Rakon toistettu täyttö lisää takaisinvirtausdiagnoosiikan osuvuutta. Jos lapsi (etenkin pieni vauva) virtsaa hyvin vähäisellä rakon täytöllä, kannattaa rakko täyttää toiseen kertaan.

4.3 Virtsateiden varjoainetutkimus (urografia)

Urografia tehdään vain tapauskohtaisen harkinnan perusteella erikoissairaanhoidossa.

4.4 Ohutsuolen pasaasitutkimus

Tutkimuksen suoritustapa riippuu kysymyksen asettelusta ja lapsen iästä.

Vastasyntyneillä käytetään aina vesiliukoista non-ionista varjoainetta (esim. 140-180 mg I/ml), vanhemmilla lapsilla voidaan valita tapauskohtaisesti joko vesiliukoinen tai bariumvarjoaine.

Varjoaine annetaan juottamalla tai nenämahaletkun kautta. Läpivalaisussa on syytä seurata varjoaineen kulku jejunumin alkuosaan saakka, jotta saadaan varmistetuksi mahalaukun ulosvirtauskanavan ja duodeno-jejunaalisen junktion anatomia.

Lapsilla pasaasiinopeus on suurempi kuin aikuisilla, ja läpikulku-aika on yleensä 1,5 - 2 tunnin luokkaa melko isoillakin lapsilla. Tutkimuksen alkuvaiheessa kuvataan puolen tunnin välein.

4.5 Peräsuolen varjoainetutkimus (anografia)

Tutkimus tehdään aina ilman edeltävää suolentyhjennystä.

Vastasyntyneillä käytetään non-ionista isotonista varjoainetta (esim. 140 - 180 mg I/ml), isommilla lapsilla bariumseosta.

Täyttö tehdään pienellä paineella ainakin terveeseen suoleen saakka. Läpivalaisukuvat tallennetaan eri täyttövaiheista muistiin. Vasemmalla kyljellä maaten otetaan kuva, jossa peräaukko on merkitty bariumpastalla tai röntgenpositiivisella merkillä.

4.6 Vastasyntyneen lapsen paksusuolen varjoainetutkimus

Varjoaineena käytetään non-ionista, isotonista laimeaa varjoainetta (esimerkiksi 140 - 180 mg I/ml).

Hypertonista varjoainetta ei käytetä missään tilanteessa.

Täyttö tehdään läpivalaisuohjauksessa mielellään ohutsuoleen asti.

4.7 Suolentuppeuman (invaginaation) radiologinen repositio

Natiivimahakuvalla voidaan sulkea pois suolen puhkeaminen (perforaatio) ennen repositioyritykseen ryhtymistä. Varjoainetutkimuksessa, jos sellainen katsotaan aiheelliseksi, käytetään vesiliukoista varjoainetta ja edetään suoraan repositioyritykseen, jos tuppeuma todetaan.

4.7.1 Yleistä toimenpiteestä

Radiologista repositioyritystä vastaan puhuvat pitkään (päiviä) jatkuneet oireet, verenkierron puuttuminen invaginaatista sekä runsas vapaa neste vatsaontelossa. Ehdottomat vasta-aiheet ovat suolen puhkeaminen ja vatsakalvon tulehdus.

Ennen repositiota

- lapselle laitetaan i.v.-kanyyli ja lapsi tarvittaessa nesteytetään,
- lapselle annetaan kipulääkitys, mutta rauhoittavaa lääkitystä ei suositella, sillä se poistaa suolen puhkeamiselta mahdollisesti suojaavan Valsalvan efektin.

Repositio tehdään joko ilmalla tai vesiliukoisella varjoaineella. Ilman käyttö on suositeltavampi, koska suolen mahdollisesti puhjetessa vatsaontelon kontaminaatio jää vähäisemmäksi kuin varjoainetta käytettäessä. Toisaalta vesiliukoisella varjoaineella voi koko tutkimuksen tehdä periaatteessa ultraääniohjauksessa. Bariumia ei suositella enää käytettäväksi, koska suolen puhjetessa se aiheuttaa kemiallisen vatsakalvontulehduksen.

Repositioyrityksen voi nykyäskäytännön mukaan tarvittaessa uusia esimerkiksi tunnin kuluttua ensimmäisestä yrityksestä. Nesteytyksestä ja kipulääkityksestä on huolehdittava.

4.7.2 Ilman käyttö

Käytetään peräsuolikatriiniin kytkettyä ilmapumppua, johon on liitetty painemittari.

Suoli täytetään ilmalla läpivalaisuohjauksessa. Jos ilmaa menee ohutsuolen puolelle alle 60 mmHg (yleensä 20 - 30 mmHg) täyttöpaineella, kyse ei ole suolen tuppeumasta.

Tuppeumassa voidaan käyttää ad 120 mmHg täyttöpainetta, jota ei saa ylläpitää yli kolmea minuuttia. Repositiota voidaan yrittää kolmesti peräkkäin. Kun ilmaa pääsee vapaasti ohutsuolen puolelle, on toimenpide onnistunut.

Suolen puhkeamisen seurauksena voi harvinaisena komplikaationa kehittyä tensiopneumoperitoneum. Se voidaan hoitaa välittömästi pistämällä neula vatsaonteloon paineen alentamiseksi.

4.7.3 Varjoaineen käyttö

Käytetään vesiliukoista, isotonista varjoainetta, jonka on hyvä olla lämmintä. Konsentraatioksi voi riittää 100-150 mg I/ml.

Varjoaine valutetaan paksusuoleen pussista, joka nostetaan 150 cm korkeudelle tutkimuspöydän pinnasta. Vanhan säännön mukaan repositioryitys voidaan toistaa kolmasti, kolme minuuttia kerrallaan. Kun varjoainetta menee ohutsuolen puolelle, toimenpide on onnistunut.

Vesiliukoista varjoainetta käytettäessä voidaan koko toimenpide tehdä ultraääniohjauksessa, ja lopuksi voidaan tarvittaessa ottaa läpivalaisukuva muistiin lopputuloksen varmistamiseksi.

5. Tietokonetomografia (TT)

Tietokonetomografiatutkimuksesta aiheutuu potilaalle merkittävästi suurempi säteilyaltistus kuin tavanomaisesta röntgentutkimuksesta. Siksi lasten kuvauksissa on erityisen tärkeää harkita ultraäänikuvausten ja magneettikuvauksen käyttöä ensisijaisena tutkimusmenetelmänä. Tutkimuskäytännöt on syytä tehdä lapsille sopiviksi yhteistyössä eri alojen asiantuntijoiden kanssa.

TT-tutkimuksissa pitch-arvolla tarkoitetaan röntgenputken yhtä kierrosta vastaavaa potilaspöydän siirtoa jaettuna leikkeiden kokonaispaksuudella. Esimerkiksi, kun kierroksen aikana pöytä siirtyy 30 mm ja kuvataan neljä 5 mm paksua leikettä (kokonaispaksuus 20 mm), niin pitch-arvo on $30 \text{ mm} / 20 \text{ mm} = 1,5$. Vartalon alueen spiraali- eli helikaalikuvauksissa pitch-suositus on noin 1,5 tai enemmän. Vain pienten kohteiden tarkoissa kuvauksissa suositellaan pienempää pitch-arvoa.

Tutkimuksissa käytettävät kuvausparametrit ovat aina laitekohtaisia, ja TT-laitteiden tekniikkaerojen vuoksi ne eivät ole suoraan vertailukelpoisia eri laitteiden kesken. Siksi voidaan esittää ainoastaan esimerkinomaisia, suuntaa antavia kuvausarvoja.

Varsinkin lasten tutkimuksissa on syytä käyttää mahdollisimman pieniä putkijännitteitä ja sähkömääriä ja ottaa huomioon sekä lapsen koko että tutkimuksen aihe. Aikuisen kuvausarvoja ei pidä käyttää, ja putkijännitteeksi suositellaan noin 100 kV tai vauvojen kuvauksissa noin 80 kV. Kuvauksessa käytettävä sähkömäärä (mAs) suhteutetaan lapsen painoon. Esimerkiksi vatsan TT-tutkimuksissa voidaan käyttää

- alle 15 kg painavalle lapselle alle 1/5 aikuisen kuvauksessa käytettävästä sähkömäärästä,
- 15 - 24 kg painavalle noin 1/4,
- 25 - 34 kg painavalle alle 1/2 ja
- 35 - 44 kg painavalle alle 2/3 aikuisen kuvauksen sähkömäärästä.

Vasta yli 55 kg painavalla lapsella voidaan käyttää lähes samaa sähkömäärää kuin aikuisen kuvauksessa.

Joissakin TT-laitteissa on mahdollisuus automaattiseen putkivirran (mA) säätöön, jonka avulla kuvauksessa käytettävää putkivirtaa säädetään joko reaaliaikaisen mittauksen tai karttakuvasta (paikannuskuva, pyyhkäisykuva) lasketun tiheyden perusteella. Kuvausvirran tasoa voidaan säätää radiologin suostumuksella myös halutun kuvanlaadun (kohinatason) mukaisesti. Automaatiikan käyttö on suositeltavaa, mutta sen toimintaa on kuitenkin syytä tarkkailla ja tarvittaessa korjata. Esimerkiksi keuhkojen tutkimuksessa automatiikan käyttö voi aiheuttaa tarpeettoman suuria kuvausvirran arvoja paikallisesti maksan kohdalla.

Kuvausarvot on syytä räätälöidä myös tutkimusaiheen mukaan; seurantakuvauksissa voidaan tulla toimeen selvästi pienemmillä sähkömäärillä (mAs) kuin ensikuvauksessa.

Seuraavissa ohjeissa esitetyjä esimerkkiarvoja ei voida suoraan soveltaa käyttöön kaikilla kuvauslaitteilla. Pienemmätkin sähkömäärät voivat riittää monessa tapauksessa.

5.1 Aivojen kuvaus

Ensisijainen aivojen tutkimusmenetelmä on magneettikuvaus. Akuuttilanteessa TT on aiheellinen saatavuutensa vuoksi. Vauvoilla usein ultraäänitutkimus on riittävä.

Leiketaso kallistetaan niin, että vältetään silmien joutumista säteilykeilaan. Silmän linssien säteilyannosten vähentämiseksi kannattaa käyttää vismuttisuoja silmien päällä. Lisäksi käytetään lyijysuojia kilpirauhasen ja tytöillä rintarauhasen suojaamiseksi.

Taulukko 5.1. Esimerkkiarvoja aivojen TT-kuvaukseen.

Ikä	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
0 - 6 kk	80 - 100	120 - 140
0,5 - 6 vuotta	120	160 - 180
7 - 11 vuotta	120	180 - 200
12 - 16 vuotta	120	200 - 240

5.2 Aivojen kuvaus aivokammioiden koon arvioimiseksi

Kuvataan 4 - 5 leikettä aivokammioiden tasolta. Karttakuvan (paikannus, pyyhkäisy) perusteella sijoitetaan yksi leike juuri suuntiletkun kärjen kohdalle. Koska kuvanlaadun tarvitsee riittää vain aivokammioiden koon arviointiin, voidaan käyttää pienempiä kuvausarvoja kuin edellä eikä varjoainetta tarvita.

Taulukko 5.2. Esimerkkiarvoja TT-kuvaukseen aivokammioiden koon arvioimiseksi.

Ikä	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)	Leikepaksuus (mm)
1 - 6 vuotta	80 - 100	70 - 90	4 - 8
7 - 16 vuotta	100 - 120	100 - 120	4 - 8

5.3 Vartalon alueen tutkimukset

Jos lapsi tarvitsee anestesian, varjoaineen juotosta on sovittava anestesia-ääkärin kanssa.

Kontrolloitua hengitystä (intubaatio, kontrolloitu maskiventilaatio) tarvitaan yleensä vain keuhkoparenkyymin TT-ohutleiketutkimuksessa ja joskus vastasyntyneen väliekarsinan (mediastinum) rakenteiden selvityksessä.

5.3.1 Rintakehän kuvaus

Kuvaus tehdään varjoainetehosteisena. Kuvausviive vaihtelee tutkimusaiheen mukaan, yleensä se on 20 - 25 s. Seurantavaiheessa voidaan tehdä kuvaukset keuhkojen etäpesäkkeiden etsimiseksi myös ilman varjoainetta.

Säteilyannoksen pienentämiseksi kannattaa käyttää vismuttisuojia (tai vastaavia) kilpirauhasen päällä ja tytöillä kahdeksan vuoden iästä alkaen myös rintojen päällä. Suojan ja ihon väliin laitettu selluloosaväli vähentää suojan aiheuttamia kuvavääristymiä; pinta-annos ei kuitenkaan kasva merkittävästi.

Taulukko 5.3. Esimerkkiarvoja rintakehän TT-kuvaukseen.

Paino	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
< 15 kg	80 - 100	20 - 30 Automaattinen
15 - 24 kg	100	30 - 40 putkivirran säätö
25 - 34 kg	100	40 - 50 kaikilla,
35 - 44 kg	100	50 - 65 jos mahdollista

5.3.2 Keuhkojen ohutleikekuvaus

Tutkimus tehdään vain erikoissairaanhoidossa. Yleensä alle kouluikäinen lapsi tarvitsee nukutuksen ja avustetun hengityksen (intubaatio, kontrolloitu maskiventilaatio) hyvän sisäänhengitysvaiheen varmistamiseksi. Ilman varjoainetta kuvataan 1 mm leikkeet 10 mm - 20 mm välein lapsen koon ja kuvausaiheen mukaan. Tarvittaessa kuvataan 3 - 4 leikettä uloshengitysvaiheessa.

Taulukko 5.4. Esimerkkiarvoja keuhkojen ohutleikekuvaukseen.

Paino	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
< 15 kg	100 - 120	30 - 50
15 - 24 kg	100 - 120	50 - 75
25 - 34 kg	100 - 120	75 - 100

5.3.3 Vatsan kuvaus

Mahdollisuuksien mukaan tulee ensisijaisena harkita ultraääni- ja magneettitutkimusta.

TT-kuvaus ilman suonensisäistä varjoainetta on tarpeen vain erittäin harvoin. Varjoainetehosteinen kuvaus aloitetaan maksan yläpuolelta kuvausviiveellä 50 - 60 s. Mahdollisuuksien mukaan automatiikka on syytä käyttää kaikilla lapsilla vauvaiästä lähtien.

Taulukko 5.5. Esimerkkiarvoja vatsan TT-kuvaukseen.

Paino	Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
< 15 kg	80 - 100	25 - 35 Automaattinen
15 - 24 kg	100	35 - 50 putkivirran
25 - 34 kg	100	50 - 65 säätö kaikilla, jos
35 - 44 kg	100	65 - 80 mahdollista

5.3.4 Monivammapotilaan kuvaus

Kuvausarvot valitaan lapsen painon mukaan kuten vartalon kuvauksessa. Myös kaularangan ja pään kuvauksessa on huomioitava lapsen kuvausarvot. Kuvaus tehdään vain varjoainetehosteisena. Ennako keuhkojen alueelle on 20 - 25 s ja maksan kohdalle 50 - 60 s. Suositeltava on kaksiosainen varjoaineruiskutus, jossa on noin 15 - 20 sekunnin tauko annosten välissä. Penetroivissa vammoissa on harkittava suolistovarjoainetta.

5.3.5 Alaraajojen pituusmittakuvaus

Alaraajojen pituusmittaus TT-paikannuskuvauksella aiheuttaa potilaalle selvästi pienemmän säteilyaltistuksen kuin perinteinen röntgenkuvaus. Lonkkien ja nilkkojen pitää näkyä kuvassa. Mittaus tehdään reisiluun pään yläreunasta sääriluun alareunaan.

Taulukko 5.6. Esimerkkiarvoja alaraajojen pituusmittauskuvaukseen.

Jännite (kV)	Sähkömäärä (mAs)
80	50

5.4 Varjoaineista

Suolistovarjoaine

Potilaalle juotetaan vettä tai muuta nestettä potilaan painoa vastaavasti noin 20 ml/kg, jaettuna kahden annokseen, kaksi tuntia ennen ja 30 minuuttia ennen tutkimusta. Voidaan myös käyttää varjoainelaimennosta, joka tehdään lisäämällä 10 ml 300 mg I/ml varjoainetta 400 ml:aan vettä tai mehua. Hyperosmolaarisia varjoaineita ei lapsilla ole syytä käyttää.

Suonensisäinen varjoaine:

Vartalon alueen kuvauksissa suonensisäistä varjoainetta käytetään lähes aina, muissa kuvauksissa tarpeen mukaan. Potilaan painoa vastaava varjoaineen määrä on tutkimuksesta riippuen 1,5 - 2 ml/kg 300 mg I/ml. Riittävän ruiskutusnopeuden saavuttamiseksi varjoaine annetaan mielellään kyynärtaipeen laskimoon, ainakin isoilla lapsilla. Kuvasarja ennen varjoainetta on erittäin harvoin tarpeellinen.

Varjoaineen ruiskutusnopeus ja viive riippuvat lapsen koosta, käytetystä kanyylista ja tutkimusaiheesta. Vartalon alueen tutkimuksissa on muistettava, että maksaparenkyymin on ehdittävä tehostua (40 - 50 s lapsen koon mukaan).

Taulukko 5.7. Ohjearvoja varjoaineen ruiskutukselle

Kanyyli	Ruiskutusnopeus (ml/s)
20 GA (ø 1,1 mm)	4
22 GA (ø 0,8mm)	1,5 - 2
24 GA (ø 0,7mm)	0,5 - 1,5 tai yleensä käsin ruiskutettu
Syvälaskimokatetri, laskimoportti	0,5 - 1,5

Ruiskutusnopeutta rajoittaa yleensä lähinnä automaattiruiskun painerajoitin; yhden kanyylivalmistajan ilmoittama suurin sallittu ruiskutusnopeus 20 - 22 GA kanyylille on 6 ml/s.

Laskimoporttiin ruiskutettaessa tiputetaan varjoaineen jälkeen 100 ml NaCl kiteytymisen estämiseksi.

Kirjallisuutta

- [1] European Commission. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. EUR 16261 (Brussels, Luxembourg: EC) 1996.
www.med.unibo.it/rad2/Rad/Leggi/eur16261.pdf
- [2] Euroopan komissio. Kuvantamistutkimuksia koskevat lähettämissuosituksset. Säteilysuojelu 118. (Bryssel, Luxemburg: EC) 2001.
www.europa.eu.int/comm/environment/radprot/118/rp-118-fi.pdf
- [3] Hollingsworth C, Frush DP, Cross M ja Lucaya J. Helical CT of the Body: A survey of techniques used for pediatric patients. AJR 2003 Feb;180(2):401-406.
- [4] Cody DD, Moxley DM, Krugh KT, O'Daniel JC, Wagner LK, Eftekhari F. Strategies for formulating appropriate MDCT techniques when imaging the chest, abdomen and pelvis in pediatric patients. AJR 2004 Apr;182(4):849-859.
- [5] Kleinman, PK: Diagnostic imaging of child abuse. Mosby-Year Book Inc, St Louis, 1998.
- [6] Käypä hoito -suositus. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim.
www.kaypahoito.fi.
- [7] del-Pozo G, Albillos JC, Tejedor D, Calero R, Rasero M, de-la-Calle U, López-Pacheco U. Intussusception in Children: Current Concepts in Diagnosis and Enema Reduction. Radiographics 1999; 19:299-319.
- [8] Sandstede J. Pediatric CT.
www.multislice-ct.com
- [9] Sosiaali- ja terveysministeriö. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä, STM 423/2000. Helsinki, 2000.
www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000423
- [10] Alanen A, Paakkala T, Lohela P, Koskinen S, Kajander S, Luotolinna-Lybeck H, Prinssi V-P, Järvinen H. Kiireettömään hoitoon pääsyn kriteerit / kuvantaminen. Sosiaali- ja terveysministeriön asettaman työryhmän julkaisu. 2005.
www.stm.fi/Resource.phx/vastt/tervh/thpal/hoitoonpaasy/index.htx.i245.pdf
- [11] STUK tiedottaa 1/2004. Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen. Helsinki, 2004.
www.stuk.fi/julkaisut/katsaukset/pdf/rontgensateily.pdf

Yhteystiedot

Tarvittaessa voi ottaa yhteyttä oman yliopistosairaalan lastenradiologian yksikköön tai lastenradiologiaan.

Puhelinnumerot:

HUS/Lasten ja nuorten sairaala, rtg (09) 47172739

KYS/Lasten rtg (017) 173305

OYS/Lasten rtg (08) 3155363

TAYS/Rtg (03) 31166501

TYKS/ U-rtg (02) 3131945



ISSN 0780-9662 • ISBN 952-478-067-4 (print) • ISBN 952-478-068-2 (pdf)
Laippatie 4, 00880 Helsinki
Puh. (09) 759 881, fax: (09) 759 88 500, www.stuk.fi